

고추장 저장 중 이화학 및 관능적 특성에 의한 유통기간 예측에 대한 연구

이기영[†] · 김형석 · 이현규 · 한 익 · 장은재*

호서대학교 식품영양학과
*동덕여자대학교 식품영양학과

Studies on the Prediction of the Shelf-life of *Kochujang* through the Physicochemical and Sensory Analyses during Storage

Ki-Young Lee[†], Hyung-Suk Kim, Hyeon-Gyu Lee, Ouk Han and Un-Jae Chang*

Dept. of Food and Nutrition, Hoseo University, Asan 336-795, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Dongduk Women's University, Seoul 136-714, Korea

Abstract

In this study, the shelf-life of *Kochujang* during storage was predicted through physicochemical and sensory analyses. Amino nitrogen, lightness, characteristics of surface color, pH and number of viable cell counts in *Kochujang* decreased during storage, while ammonia nitrogen, titratable acidity and viscosity increased. Among the physicochemical analyses, amino nitrogen content exhibited the highest correlation with sensory score. The marginal amounts of amino nitrogen was 170.6mg%. Degradation rate of amino nitrogen was a first order reaction. Q_{10} -value and the activation energy of *Kochujang* during storage were 1.80 and 8.6kcal/mol, respectively. The shelf-life predicted of *Kochujang* at each storage temperature was calculated. The shelf-life predicted was 467 days at 10°C, 261 days at 20°C and 133 days at 35°C.

Key words: *Kochujang*, physicochemical analyses, sensory analyses, shelf-life

서 론

고추장은 쌀, 보리, 밀가루 등의 전분질과 콩, 고춧가루 및 소금 등을 원료로 하여 이에 효소원으로 중국을 가해 숙성시킨 우리나라 전통 발효식품이다. 기술의 발달로 인한 산업화는 식생활의 변화를 초래하여 공장산 고추장의 개량방법을 통한 생산이 이루어져 비율이 1980년 27.2%에서 1994년 42.9%로 상승하였으며(1), 앞으로 더욱 확산될 전망이다(2). 완전 숙성된 고추장이 되기 전까지의 고추장 숙성 중의 성분변화(3) 및 미생물 변화(4), 전분질원의 특성(5)은 연구가 많이 이루어져 왔다. 하지만 숙성이 완료된 고추장의 이화학적 변화, 저장성 산출을 위한 반응속도론적 고찰, 품질변화인자와 그 원인 규명 및 유통기간 연장에 대한 연구들은 많이 이루어지지 않았다(2). 최근 정 등(6)이 숙성이 완료된 고추장의 저장기간 중 이화학적 특성을 보고했고 신 등(2)이 저장온도에 따른 품질변화로 유통기간을 예측한 것을 보고했지만, 고추장 종류의 다양성 등을 고려

하면 이에 대한 연구가 더 필요할 것이다. 식품 품질의 변화를 예측하기 위해서 동력학적 방법이나 수학적인 모델에 의한 분석적인 방법으로 유통기간 산출에 접근할 수가 있을 것으로 Labuza(7)는 보고하고 있고, 식품의 저장 및 유통시에 일어나는 온도변화 및 품질 열화와의 관계에서 제품의 보존기간을 측정하려는 시도가 Schwimmer 등(8)에 의해 연구되어 왔다. 저장기간 예측을 위한 가온저장 조건 하에서 변태반응을 측정한 가속화 실험결과는 Pohle 등(9), Mizrahi 등(10)에 의해 보고되었다. 또한, Hansen(11), Gosst 등(12)은 식품의 가공 및 저장 중에 있어서 단계적 회귀분석법을 이용하여 반응메커니즘을 구명하고자 하였다. 이런 연구결과를 기초로 하여 식품의 저장성 산출을 위한 속도론적 고찰이 이루어져 왔다(13). 따라서 본 연구는 공장산 고추장의 저장유통 과정에서 발생할 수 있는 이화학적, 미생물적 및 관능적 변화를 토대로 품질변화인자들을 속도론적으로 고찰하여 유통기간의 예측에 대해서 알아보려고 했다.

[†]To whom all correspondence should be addressed

재료 및 방법

실험재료 및 저장방법

본 실험에서 이용한 시료는 공장산 고추장이며, 제조방법은 정 등(14)과 같다. 500g단위로 유리병에 포장된 고추장을 10°C, 20°C, 35°C에서 저장했다.

저장 중의 이화학적 성질 측정

pH, 적정산도 및 아미노태 질소

고추장 5g에 증류수 25ml를 100ml 비이커에 넣어 1시간 교반하여 균질화시킨 뒤에 이를 pH meter(Jenway 3030, NOVA-100S, Japan)로 측정된 뒤, 0.1N-NaOH 용액으로 pH 8.4까지 적정했다. 아미노태 질소는 고추장 5g에 25ml의 증류수를 가해 1시간 가량 교반하여 균질화시킨 후 0.1N-NaOH용액으로 pH 8.4로 조정한다. 여기에 미리 0.1N-NaOH용액으로 pH 8.4로 조정된 36% 포름알데히드액 20ml를 가한 뒤 pH가 다시 떨어지면 0.1N-NaOH용액으로 pH 8.4까지 적정한다(Aml). 같은 조작으로 0.1N-NaOH용액의 바탕시험을 실시하여(Bml) 다음 식에 따라 아미노태 질소 함량을 구했다.

$$\text{Amino nitrogen(\%)} = \frac{(A-B) \times 1.4 \times F \times 100}{\text{시료량(g)}}$$

Where, A: 0.1N-NaOH용액의 시료 적정량(ml)

B: 0.1N-NaOH용액의 blank test(ml)

F: 0.1N-NaOH용액의 농도 계수

총균수 측정

총 균수 측정은 시료 일정량을 멸균한 생리식염수(0.8% NaCl, 0.1% Tween80)용액에 넣고 충분히 희석하여 colony 수(Colony Forming Unit, CFU/g)가 30~300 정도 되도록 하여 계측했다. 총 균수 측정을 위해서 plate count agar(Difco, U.S.A.)배지를 사용했다.

조단백질 및 수분 측정

고추장에 함유된 조단백질의 함량은 Kjeldahl 질소 정량법으로 수분 함량 측정은 감압가열건조법(Vacuum oven method)에 의해 정량했다(15).

점도

점도는 Brookfield viscometer(Model DV-I, Brookfield Eng. Labs., U.S.A.)를 사용하여 고추장 15g과 40ml의 증류수를 교반기에서 충분히 혼합한 뒤, 용기에 넣어 25°C에서 Spindle No.2로 12rpm(factor=25)과 30rpm(factor=10)에서 2분간 회전시키면서 측정했다. 점

도 측정은 다음과 같은 계산식으로 한다.

$$\text{Viscosity(centipoise; mPa} \cdot \text{s)} = \text{Dial reading} \times \text{Factor}$$

표면색도 검사

고추장의 색도는 색차계(Chroma meter CR-200b, Minolta)로 측정하여 Hunter scale에 의해 L*, a*, b*-value로 나타냈다. 이때 사용한 표준백색판 L*, a*, b*값은 각각 96.7, -0.2, 2.4이었다.

관능검사

관능검사는 각 시료 고추장의 색, 맛, 향, 조직감 및 구매의도를 9점 항목 스케일법에 의해 실시했고 대조구(control)와 비교했다. 검사요원은 17명을 선발하여 실시했으며, 이때 사용한 관능검사표는 신 등(2)의 보고와 같다. 신 등(2)과 같이 품질의 열화가 전혀 없으면 9점으로 했고 어느정도 변화는 발생하나 소비자 구매에는 전혀 문제가 되지 않는 시료를 5점으로 하였으며 변화가 심하여 구매에 문제가 되는 것은 그 정도에 따라 4점에서 1점으로 나타내도록 했다.

품질 지표성분 구명 및 유통기간 예측

고추장의 저장온도 및 기간에 따라 품질의 특성이 크게 변하는 아미노태 질소, pH, 적정산도 및 표면색도 등을 관능검사의 종합적 차이도와 회귀분석을 하여 상관관계가 높은 인자를 고추장 품질 지표성분으로 삼았다. 고추장의 저장 중 변화를 반응기간에서 구한 직선의 기울기로부터 반응속도상수(k)를 다음 식(1)에 의해 구했다.

$$C = C_0 + kt \quad (1)$$

where, C: measurements at time t

C₀: measurements at time t₀

k: rate constant

t: reaction time(day⁻¹)

또한, Arrhenius 식을 변형한 다음 식(2)에 따라 1차 선형회귀분석법으로 log K를 Y축으로 하고 1/T을 X축으로 하여 도시화했을 때 얻어지는 직선의 Slope[-Ea/(2.303)·R]를 변형한 다음 식(3)으로부터 활성화에너지를 구했다.

$$\log K = -\frac{Ea}{2.303R} \cdot \frac{1}{T} + \log K_0 \quad (2)$$

$$Ea = -\text{Slope} \times 2.303 \times R \quad (3)$$

where, K: reaction rate constant

K₀: Arrhenius frequency factor

Ea; activation energy(cal/mol^oK)
 R; gas constant(1.986cal/mol^oK)
 T; absolute reaction temperature(^oK)

또한, Q₁₀-value는 활성화에너지 사이의 관계인 다 음 식(4)에서 구할 수 있고, shelf-life의 관계인 다음 식 (5)에서도 구할 수 있는데, Q₁₀-value는 온도의 함수이 므로 shelf-life로부터 값을 나타냈다.

$$\log Q_{10} = \frac{10 \cdot Ea}{2.303R \cdot T(T+10)} \quad (4)$$

$$Q_{10} = \frac{\theta_s(T+10^{\circ}C)}{\theta_s(T^{\circ}C)} \quad (5)$$

where, Q₁₀; Q₁₀-value
 $\theta_s(T+10^{\circ}C)$; shelf-life at T+10(^oK)
 R; gas constant(1.986cal/mol^oK)
 $\theta_s(T^{\circ}C)$; shelf-life at T(^oK)
 T; absolute reaction temperature(^oK)
 Ea; activation energy(cal/mol^oK)

통계처리

본 실험의 측정 결과는 SAS package(16)를 이용하여 통계처리했으며, Duncan's multiple range test에

의해 분석했고, 유의성 검증은 $\alpha=0.05$ 에서 시행했다. 또 한, Stepwise multiple regression analysis를 이용하여 유통기간을 예측했다.

결과 및 고찰

고추장의 이화학적 특성 변화

수소이온농도(pH), 적정산도(acidity) 및 미생물 변화 pH측정 결과는 Table 1과 같이 저장기간 및 온도가 증가할수록 감소하는 경향이 유의적으로 크게 나왔는 데($p<0.0001$), Kim 등(17)의 결과와 거의 일치했다. 저장 초기에 5.1이었는데 10^oC에 180일 저장한 것이 4.9로 감소했다. 20^oC에 180일 저장한 것은 4.87로 감소했으며 120일간 35^oC에 저장한 것은 4.85로 감소했는데, 대체적으로 10^oC, 20^oC, 35^oC에서 60일 까지 급격히 감소 되다가 10^oC, 20^oC의 온도에서는 180일까지 서서히 감소를 보였고, 35^oC에서는 여전히 급격한 감소를 보였다. 그리하여, 35^oC에서 90일간 저장한 고추장은 10^oC에서 180일간 저장한 pH 4.9로 같았다.

적정산도 측정결과(Table 1)는 pH변화와 반대로 저장기간 및 온도가 증가할수록 적정산도가 유의적으로 증가함을 보였다($p<0.0001$). 저장 초기에 7.1이었던 것

Table 1. Changes in pH, acidity, amino nitrogen and color and color difference values of *Kochujang* during storage¹⁾

Measurements		pH	Acidity	Amino nitrogen	Color & color difference values ²⁾			
Temp. (^o C)	Storage days				L ³⁾	a ⁴⁾	b ⁵⁾	ΔE ⁶⁾
10	0	5.10±0.01 ^a	7.1±0.1 ⁱ	209.9±0.0 ^a	32.0±0.2 ^a	18.2±0.1 ^a	18.0±0.1 ^a	69.0±0.1 ^h
	30	5.03±0.02 ^b	7.5±0.1 ⁱ	207.3±0.3 ^b	31.9±0.1 ^a	18.0±0.2 ^a	17.8±0.0 ^a	69.0±0.2 ^h
	60	4.96±0.02 ^{ef}	8.3±0.0 ^g	204.2±0.2 ^d	31.4±0.2 ^b	17.3±0.3 ^{bc}	17.0±0.0 ^c	69.2±0.1 ^{gh}
	90	4.98±0.00 ^{de}	8.5±0.1 ^f	201.7±0.3 ^f	31.1±0.1 ^c	17.2±0.2 ^{bcd}	16.5±0.2 ^d	69.3±0.2 ^g
	120	4.93±0.02 ^{gh}	8.9±0.1 ^e	199.1±0.3 ^g	30.8±0.2 ^{cd}	17.0±0.2 ^{cd}	15.4±0.2 ^e	69.3±0.1 ^g
	180	4.90±0.01 ⁱ	9.5±0.2 ^c	193.8±0.3 ⁱ	30.1±0.2 ^e	16.8±0.3 ^{de}	14.3±0.1 ^g	69.8±0.1 ^{ef}
20	0	5.10±0.01 ^a	7.1±0.1 ⁱ	209.9±0.0 ^a	32.0±0.2 ^a	18.2±0.1 ^a	18.0±0.1 ^a	69.0±0.1 ^h
	30	5.02±0.01 ^{bc}	8.0±0.1 ^h	206.2±0.2 ^c	31.5±0.1 ^b	17.5±0.2 ^b	17.4±0.1 ^b	69.2±0.1 ^{gh}
	60	4.95±0.01 ^{fg}	8.7±0.2 ^e	199.1±0.3 ^g	30.6±0.2 ^d	16.9±0.2 ^{cde}	16.3±0.2 ^d	69.7±0.1 ^f
	90	4.95±0.01 ^{fg}	8.8±0.1 ^e	194.9±0.3 ^h	30.0±0.1 ^e	16.8±0.1 ^{de}	15.1±0.1 ^f	70.0±0.2 ^e
	120	4.92±0.01 ^{hi}	9.6±0.0 ^c	193.5±0.1 ⁱ	29.4±0.1 ^f	16.5±0.3 ^e	14.2±0.2 ^g	70.3±0.2 ^d
	180	4.87±0.02 ⁱ	10.1±0.1 ^b	181.1±0.3 ^k	28.8±0.2 ^g	15.8±0.3 ^f	13.9±0.2 ^h	70.7±0.1 ^c
35	0	5.10±0.01 ^a	7.1±0.1 ⁱ	209.9±0.0 ^a	32.0±0.2 ^a	18.2±0.1 ^a	18.0±0.1 ^a	69.0±0.1 ^h
	30	5.00±0.01 ^{cd}	8.9±0.1 ^e	202.2±0.3 ^e	31.0±0.2 ^c	16.8±0.4 ^{de}	17.1±0.2 ^c	69.4±0.1 ^g
	60	4.94±0.01 ^{gh}	9.2±0.1 ^d	189.6±0.3 ^j	29.5±0.2 ^f	15.8±0.1 ^f	15.2±0.2 ^{ef}	70.3±0.2 ^d
	90	4.90±0.02 ⁱ	9.7±0.1 ^c	179.4±0.4 ^l	27.7±0.2 ^h	13.3±0.3 ^g	13.9±0.2 ^h	71.2±0.2 ^b
	120	4.85±0.02 ⁱ	10.3±0.2 ^a	176.6±0.3 ^m	25.0±0.2 ⁱ	11.0±0.3 ^a	13.0±0.3 ⁱ	73.3±0.2 ^a
	180	-	-	-	-	-	-	-

¹⁾N=3, Mean±S.D., Means with the same letter are not significantly different at 5% level using Duncan's multiple range test

²⁾N=3, Mean±S.D., Where letters a~i within a column differ, means differ significantly

³⁾Lightness, ⁴⁾Redness, ⁵⁾Yellowness, ⁶⁾Total color difference

이 온도가 상승됨에 따라 대체적으로 증가됨을 볼 수 있었다. 이 등(18)은 고추장의 pH가 숙성이 진행되면서 계속 감소했다고 보고했고, 조 등(19)도 pH가 90일간 매우 완만히 감소했다고 보고했는데, 본 실험의 결과와 유사했다. 발효 숙성 중 우세 세균종인 *Bacillus*속 세균들이 12달 숙성기간이 지났을 때까지 *Bacillus subtilis*가 76% 차지한다는 Lee 등(20)과 Shin 등(21)의 보고로 미루어 볼 때 *Bacillus*속 세균의 amylase 혹은 protease 생성능으로 인한 작용에 의해 대사산물이 축적(20)되어 pH는 감소하고, 적정산도는 증가한다고 생각된다.

저장기간 중 미생물의 변화결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 대체적으로 저장기간이 증가할수록 감소 경향을 보였으며, 온도 증가에 따라서도 감소 차이를 보였다. 온도별로 볼 때 10°C에서 0, 30일 및 60, 90일이 유의적 차이가 없었고($p < 0.0001$), 기간별로 볼 때 60일에서 10°C와 20°C가 유의적 차이가 없었다($p < 0.0001$). 저장기간 중에 곰팡이는 전혀 검출되지 않았다. 수분활성도, 온도, 수소이온 농도, 염 등이 고추장 내에서 미생물의 생존요인 인자로 작용을 하는데, 산도가 증가함에 따라 영양분의 저하로 인해 미생물의 증식이 저하된다는 Park과 Oh(22)의 보고와 본 실험의 결과는 일치했다.

암모니아태, 아미노태 질소 및 조단백질 변화

암모니아태 질소결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같은데 저장기간의 증가는 유의적으로 차이를 보였으나($p < 0.0001$), 10°C, 20°C에서 30일간 및 10°C, 20°C, 35°C에서 90일간 저장온도에서는 유의적인 차이가 없었다($p < 0.0001$). 본 실험결과 정 등(14)과 신 등(20)이 온도에서는 차이가 크지 않았던 결과와 비슷했다. 반면, 아미노태 질소는 Table 1에서와 같이 저장기간 및 온도에 따라 유의적인 감소를 보였다($p < 0.0001$). 저장 초기에 209.9mg이었던 아미노태 질소가 10°C에서는 180일까

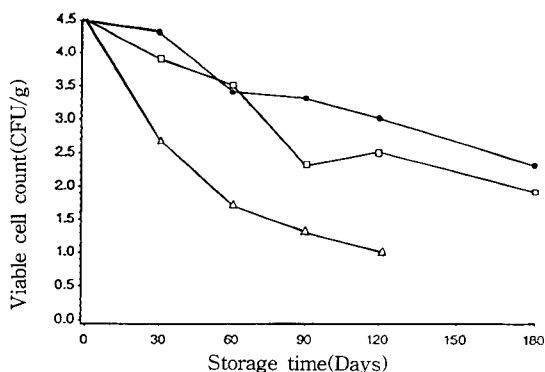


Fig. 1. Changes in viable cell count of *Kochujang* during storage. ●-●; 10°C, □-□; 20°C, △-△; 30°C

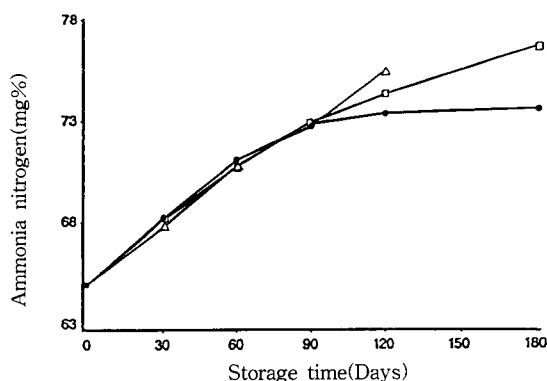


Fig. 2. Changes in ammonia nitrogen of *Kochujang* during storage. ●-●; 10°C, □-□; 20°C, △-△; 30°C

지 서서히 감소하여 193.8mg이었으며, 20°C에서는 약간 감소 속도가 빨라 181.1mg이었고, 35°C에서는 급격한 변화를 보여서 120일에 176.6mg이었다. 10°C에서 180일간 저장한 아미노태 질소가 35°C에서 60일간 저장한 것보다 많음을 알 수 있었다. 조단백질은 Fig. 3에서와 같이 유의적인 차이($p < 0.0001$)가 온도별로 볼 때, 10°C, 20°C, 35°C에서 30일과 20°C, 35°C에서 90일 및 120일이었을 때 유의적이지 않았으며($p < 0.0001$), 기간으로 볼 때, 10°C에서 0, 30, 60일 및 90, 120일과 20°C에서 0, 30일 및 120, 180일 그리고, 35°C에서 0, 30일 및 60, 90일이었을 때 유의적인 차이가 없었다($p < 0.0001$). Kim 등(23)은 아미노태 질소는 유리아미노산의 변화를 간접 측정하는 지표로서 상관계수가 $0.82 < r < 0.97$ 로 비교적 높다는 신뢰성이 인정된다고 보고했다. 고추장 숙성 중의 단백질이 미생물작용을 받아 유리아미노산으로 변하면서 구수한 맛을 나타내는데, 고추장 저장 및 유통기간 동안에 유리아미노산이 미생물작용에 의해

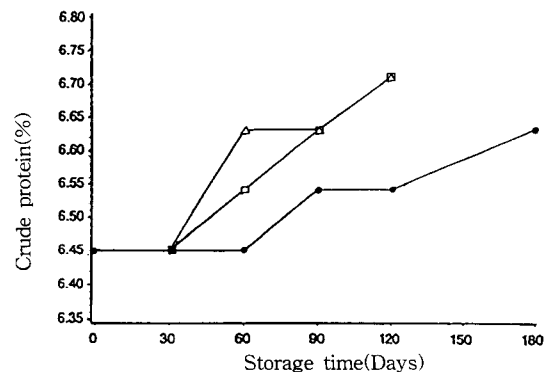


Fig. 3. Changes in crude protein of *Kochujang* during storage. ●-●; 10°C, □-□; 20°C, △-△; 30°C

서 고추장 내의 아미노태 질소가 저장기간 및 저장기간 및 저장온도에 따라 저하되었다고 생각되며, 비단백질 성 질소성분인 암모니아태 질소성분으로 변하여 바람직하지 못한 풍미가 증가하게 됨을 볼 수 있었다. 조단백질의 함량 변화가 거의 없었음을 Kim 등(24)이 보고 했는데, 본 실험도 거의 변화가 없었다.

수분함량 및 점도 변화

Fig. 4에서 보는 바와 같이 수분 함량은 기간에 따라서 유의적인 감소를 보였지만, 온도별로 볼 때 10°C, 20°C, 35°C에서 120일과 10°C, 20°C에서 180일에서 유의적인 차이가 없었고(p<0.0001), 기간으로 볼 때, 35°C에서 60, 90, 120일이었을 때 유의적 차이가 없었는데(p<0.0001), 약간의 감소를 나타낸 Shin 등(20)의 보고와 일치한다.

반고체상태의 점성이 큰 슬러리상태의 식품인 고추장의 점도변화 측정 결과는 Fig. 5와 같은데, 저장기간 및 온도가 증가할수록 12rpm에서 점도 증가가 유의적이었다(p<0.0001). 정 등(14)에 의하면 저장기간에 따른 수분의 함량이 감소함을 보고했다. 수분 감소로 인한 점도의 증가는 Chhinnan 등(25)의 보고와 마찬가지로 매우 비슷함을 보였다. 12rpm에서의 겔보기 점도(μ)와 수분 함량(M)간의 관계는 Fig. 6과 같으며, 이들의 관계식은 $\mu=822.008-16.1263 \times M(r=-0.9177)$ 으로 상관관계가 높다.

표면색도 변화

고추장 표면색도를 측정 한 결과는 Table 1이다. 저장기간이 경과할수록 L, a, b 값이 저하되어 색이 저장 초기 보다 많이 유의적 차이를 보였는데(p<0.0001), 10°C와 20°C에서 L-과 a-값은 서서히 감소했고, 35°C에서는 큰 감소를 보였으며, b-값은 10°C, 20°C, 35°C에서

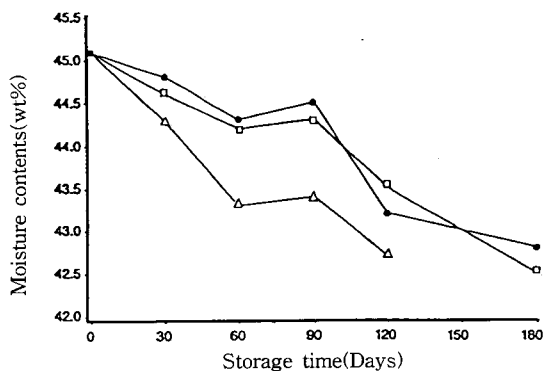


Fig. 4. Changes in moisture content of Kochujang during storage. ●-●; 10°C, □-□; 20°C, △-△; 30°C

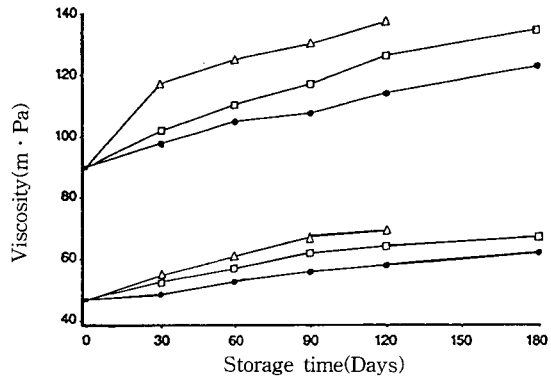


Fig. 5. Changes in viscosity of Kochujang during storage (up; 12rpm, down; 30rpm). ●-●; 10°C, □-□; 20°C, △-△; 30°C

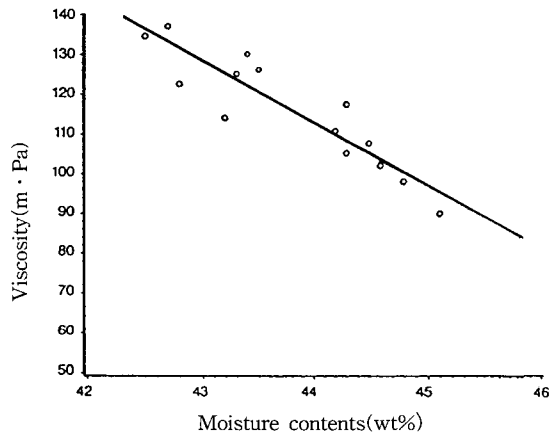


Fig. 6. Relationship between moisture content and viscosity of Kochujang during storage.

대체적으로 감소의 경향이 있음을 알 수 있었다. Capsanthin에서 유래되는 붉은 색깔 등은 중요한 품질지표로서 고추장의 상품성에 큰 영향을 미치는 중요한 특성 중의 하나인데, 문과 김(26)은 capsanthin과 밀접한 관계가 있는 Hunter색도 측정결과 a-값이 60일간 서서히 감소했다고 보고했고, 김 등(27)은 15°C에서 6개월간 고추 저장시 capsanthin이 14.9% 감소한 것으로 보고했다. 고추장의 적색도 a-값과 황색도 b-값은 capsanthin을 포함한 carotenoid류의 농도에 의하여 크게 영향을 받을 것으로 추측되며, a-값과 b-값의 감소는 carotenoid류의 산화에 의한 탈색에 기인할 것으로 추측되었다.

고추장 품질 지표 선정 및 유통기간 예측

품질 지표 선정

고추장의 품질변화 지표성분을 구명하기 위하여 관능검사(기호도) 결과(Table 2)와 아미노태 질소, pH,

Table 2. Changes in sensory scores of *Kochujang* during storage¹⁾

Temp. (°C)	Storage Days	Taste	Flavor	Color	Texture	Overall
10	0	9.0 ± 0.00 ^a	9.0 ± 0.00 ^a	9.0 ± 0.00 ^a	9.0 ± 0.00 ^a	9.0 ± 0.00 ^a
	60	8.53 ± 0.51 ^{ab}	8.53 ± 0.51 ^{ab}	8.29 ± 0.85 ^b	8.24 ± 0.83 ^b	8.65 ± 0.49 ^a
	120	7.82 ± 0.64 ^{cd}	8.18 ± 0.53 ^{bc}	8.06 ± 0.83 ^{bc}	8.18 ± 0.88 ^b	8.06 ± 0.75 ^b
	180	7.88 ± 0.60 ^{cd}	7.88 ± 0.60 ^{cd}	7.94 ± 0.75 ^{bc}	7.59 ± 0.83 ^b	7.76 ± 0.66 ^b
20	0	9.0 ± 0.00 ^a	9.0 ± 0.00 ^a	9.0 ± 0.00 ^a	9.0 ± 0.00 ^a	9.0 ± 0.00 ^a
	60	8.12 ± 0.60 ^{bc}	8.00 ± 0.50 ^{cd}	8.35 ± 0.61 ^b	8.00 ± 0.71 ^b	7.88 ± 0.49 ^b
	120	7.47 ± 0.51 ^d	7.65 ± 0.49 ^d	7.76 ± 0.90 ^c	7.88 ± 0.78 ^b	7.65 ± 0.70 ^b
	180	6.71 ± 1.05 ^e	6.53 ± 0.95 ^e	6.06 ± 0.75 ^e	6.88 ± 0.99 ^c	6.00 ± 0.71 ^d
35	0	9.0 ± 0.00 ^a	9.0 ± 0.00 ^a	9.0 ± 0.00 ^a	9.0 ± 0.00 ^a	9.0 ± 0.00 ^a
	60	6.71 ± 0.47 ^e	6.76 ± 1.03 ^e	7.00 ± 0.79 ^d	6.88 ± 0.86 ^c	6.76 ± 0.83 ^c
	120	5.82 ± 1.24 ^f	5.82 ± 1.19 ^f	5.82 ± 1.07 ^e	5.29 ± 1.49 ^d	5.53 ± 1.01 ^e
	180	-	-	-	-	-

¹⁾Mean ± S.D., Each value was a mean sensory score of 17 trained panel; 1=very much different with control, 9=same with control; The same letters indicate no significant difference at 5% level using Duncan's multiple range test

적정산도 및 표면색도에 대한 상관계수 및 회귀방정식을 구한 결과 Table 3과 같았는데, 본 실험에서는 가장 상관관계가 높은 인자인 아미노태 질소($r = -0.9782$)를 선정하여 유통기간 설정하는 품질특성으로 삼았다. 이는 신 등(2)의 결과와 일치했다. 또한, 고추장의 관능적 품질 하한선을 '5'로 했으므로 이를 회귀방정식에 대입했을 때 이에 대응하는 아미노태 질소량(170.6mg%)을 구했다.

유통기간 예측

품질특성으로 선정한 아미노태 질소를 이용해 유통기간을 결정하였다. 저장기간에 따른 아미노태 질소의 감소를 0차 및 1차 반응식에 적용시킨 결과 1차 반응에 따라 해석되는 것이 적절했다. 또한, 1차 반응식 반응속도상수(k)로부터 Q₁₀-값은 1.80이었다. 반응속도에 대한 온도의 영향은 Arrhenius식으로 해석하여 구한 활성화에너지는 8.6kcal/mol이었다. 대부분 식품의 Q₁₀-값은 대략 3이라고 하는데(28), 신 등(2)의 고추장 실험에서는 Q₁₀-값이 2.47로 보고되었다. 본 실험에서는 이

보다 적은 1.8로 나왔다. Labuza(29)와 Lund(30)가 조사한 여러 식품구성물의 활성화에너지는 10~100kcal/mol의 범위를 나타낸다는 보고와 지방산화, 색채 및 향미의 손실, 비타민 파괴와 손실, 비타민 파괴와 비효소적 갈변의 활성화에너지는 10~50kcal/mol 범위라고 알려져(30) 있는데, 본 실험 결과는 8.6kcal/mol로 나왔다.

관능적 품질 하한선일 때의 아미노태 질소 함량(170.6 mg%)을 회귀방정식에 온도별로 대입하여 유통기간을 구한 결과 10°C에서 467일, 20°C에서 261일, 35°C에서 133일 이었다. 신 등(2)은 18°C에서 509일로 예측한 것과는 달리 본 실험에서는 293일로 예측되었다. 이러한 차이는 시료의 종류, 농도, 제조방법, 금속이온과 유기산 등의 인자 등에 의한 차이로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 고추장의 온도별(10°C, 20°C, 35°C) 저장 중 이화학적 및 관능적 변화를 통해 유통기간 예측에 대한 연구를 했다. pH는 저장기간 및 온도가 증가할수록 감소하였으며, 반면 적정산도는 증가 차이를 보였다. 저장기간 중 미생물의 변화 결과는 저장기간이 증가할수록 감소 경향을 보였으며, 온도 증가에 따라 감소 차이를 보였다. 수분 함량은 저장기간이 증가할수록 감소를 보였고 점도변화는 저장기간 및 온도가 증가할수록 증가를 보였다. 표면색도는 저장기간이 경과할수록 L, a 및 b-value가 저하되어 색이 저장 초기 보다 유의적인 차이가 있었다. 아미노태 질소는 저장기간 및 온도에 따라 감소를 보였으며 상관계수($r = -0.9052$)가 제일 높아 유통기간 설정하는 품질특성으로 삼았다. Q₁₀-value는 1.80이었고, 활성화에너지(Ea)

Table 3. Correlation between sensory evaluation and quality attributes of *Kochujang* at various temperatures

Measurements	Regression equation	Correlation coefficient (R)
Amino nitrogen	Y= 0.104538X - 12.837471	-0.9782
pH	Y=11.012687X - 46.929358	-0.7088
Acidity	Y=-0.913550X + 15.718128	-0.8063
L*(lightness)	Y= 0.546487X - 8.720449	-0.8553
a*(redness)	Y= 0.522275X - 0.873399	-0.7671
b*(yellowness)	Y= 0.593098X - 1.590350	-0.7948

Y: Sensory evaluation, X: Variables

는 8.6kcal/mol이었다. 고추장의 관능적 품질 하한선은 아미노태 질소 함량이 170.6mg%일 때이며, 이를 1차 회귀방정식에 온도별로 대입하여 유통기간을 예측하였다. 유통기간의 예측은 10°C에서 467일, 20°C에서 261일, 35°C에서 133일로 나타났다.

문 헌

1. 대한장류공업협동조합 : 통계자료(1995)
2. 신동빈, 박우문, 이옥숙, 구민선, 정건섭 : 저장온도에 따른 고추장의 품질변화. *한국식품과학회지*, **26**, 300(1994)
3. 안철우, 최위경, 성낙계 : 한국 재래식 고추장 숙성 중의 *Bacillus*속과 *Saccharomyces*속의 분리 및 동정. 부산전문대학 논문집, **13**, 167(1990)
4. 안철우, 김종규, 성낙계 : 한국 재래식 고추장의 향기성분 동정. *한국영양식량학회지*, **16**, 27(1987)
5. 여명환, 손명희 : 고추장 양조시 전분질원에 따른 이화학적 성능. 서울여대 논문집, **11**, 331(1982)
6. 정승원, 김영호, 구민선, 신동빈, 정건섭, 김영수 : 공장산 고추장의 저장기간중 이화학적 특성의 변화. *한국식품과학회지*, **26**, 403(1994)
7. Labuza, T. P. : A theoretical comparison of losses of in food under fluctuating temperature sequences. *J. Food Sci.*, **44**, 1162(1979)
8. Schwimmer, S., Ingraham, L. L. and Hughues, H. W. : Temperature tolerance for frozen food processing effective temperature in thermally fluctuating systems. *Ind. Eng. Chem.*, **27**, 1149(1955)
9. Pohle, S. D., Gergory, R. L., Weiss, T. J., Van Giessen, B., Taylor, J. R. and Abern, J. J. : A study of methods for evaluation of the stability of fats and shortening. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **41**, 795(1963)
10. Mizrahi, S., Labuza, T. P. and Karel, M. : Computer aided predictions on extent of browning in dehydrated cabbage. *J. Food Sci.*, **35**, 799(1970)
11. Hansen, J. P. : Degradation and hydration kinetics of soybean protein. *J. Agric. Food Chem.*, **26**, 297(1978)
12. Gosst, P. W., Rizvi, S. S. H. and Baker, R. C. : Quantitative analysis of gelation in egg protein systems. *Food Technol.*, **5**, 67(1984)
13. Kim, S. M. and Sung, S. K. : Changes in physicochemical characteristics of meat sausage during storage at temperature. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 283 (1989)
14. 정건섭, 신동빈, 박우문, 구민선, 이옥숙 : 고추장의 유통기한 설정에 관한 연구. *한국식품개발연구원 사업보고서*, **1**, 1080(1993)
15. A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. 14th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D. C., U.S.A.(1995)
16. 송문섭, 이영조, 조신섭, 김병철 : SAS를 이용한 통계 자료분석. 개정판. 자유아카데미, p.61(1993)
17. Kim, Y. J., Choi, H. T., Yu, J. H. and Oh, O. H. : Maillard reaction in an intermediate moisture model food system. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **19**, 113(1987)
18. 이계호, 이묘숙, 박성오 : 재래식 고추장 숙성에 미치는 미생물 및 그 효소에 관한 연구. *한국농화학회지*, **19**, 82 (1976)
19. 조한옥, 박승애, 김종근 : 전통 고추장의 품질개량에 있어서 재래식 및 개량식 고추장 메주의 효과. *한국식품과학회지*, **13**, 319(1981)
20. Lee, J. M., Jang, J. H., Oh, N. S. and Han, M. S. : Bacterial distribution of *Kochujang*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 260(1996)
21. Shin, D. B., Park, W. M., Yi, O. S., Koo, M. S. and Chung, K. S. : Effect of storage temperature on physicochemical characteristics in *Kochujang*(Red pepper soybean paste). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 300(1994)
22. Park, J. M. and Oh, H. I. : Changes in microflora and enzyme activities of traditional *Kochujang meju* during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 56(1995)
23. Kim, Y. S., Shin, D. B., Koo, M. S. and Oh, H. I. : Changes in nitrogen compounds of traditional *Kochujang* during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 389(1994)
24. Kim, Y. S., Kwon, D. J., Oh, H. I. and Kang, T. S. : Comparison of physicochemical characteristics of traditional and commercial *Kochujang* during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 12(1994)
25. Chhinnan, J. M. S., McWaters, K. H. and Rao, V. N. M. : Rheological characterization of grain legume pastes and effect of hydration time and water level on apparent viscosity. *J. Food Sci.*, **50**, 1167(1985)
26. 문태화, 김재욱 : 전분질 원료를 달리한 고추장의 화학적 물리적 성질과 기호성. *한국농화학회지*, **21**, 387(1988)
27. 김현규, 조길석, 박무현, 장영상, 신재익 : 고춧가루의 저장성에 미치는 질소치환의 영향. *한국식품과학회지*, **22**, 833(1990)
28. Kim, D. H. : *Food chemistry*. Tamgudang, Korea, p.322 (1971)
29. Labuza, T. P. : Nutrition losses during drying and storage of dehydrated foods. *Crit. Rev. Food Technol.*, **3**, 355(1971)
30. Lund, D. B. : Design of thermal processes for maximizing nutrient retention. *Food Technol.*, **31**, 71(1977)

(1997년 3월 12일 접수)